

# Cooperação da GIZ: Instruções de cadastramento de sistemas fotovoltaicos e heliotérmicos em leilões de energia nova

Elaborado por:  
**Pau Farrés Antúnez**

Para:  
**Agência de Cooperação  
Técnica Alemã – GIZ**  
Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Agosto 2013



Por meio da:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



## **Cooperação da GIZ: Instruções de cadastramento de sistemas fotovoltaicos e heliotérmicos em leilões de energia nova**

**Autor:** Pau Farrés Antúnez

**Para:** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

**Programa:** Programa Energia, GIZ Brasil

**No do Programa:** ProFREE II: 12.2478.1-001.00

**Coordenação:** Thiago Ivanoski Teixeira (Empresa de Pesquisa Energética - EPE),  
Johannes Kissel (GIZ),  
Tháise Kermer (GIZ).

Agosto 2013

### Informações Legais

1. Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.
2. A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

## Conteúdo

<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>1</b>
<b>3. Procedimento de elaboração das Instruções</b>	<b>2</b>
<b>4. Criação de conhecimento técnico interno</b>	<b>3</b>
a. Reuniões técnicas.....	3
b. Avaliação de produtos e notas técnicas relevantes.....	4
c. Avaliação das estações da rede SONDA .....	5
d. Consultas Públicas ANEEL.....	8
e. Outras atividades.....	8
<b>5. Conclusões</b>	<b>9</b>



## 1. Introdução

De acordo com os Termos de Referência que foram elaborados para fins de contratação do autor do presente documento (doravante referido como “Consultor”): *“No âmbito do acordo de cooperação técnica entre os governos brasileiro e alemão, a GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) trabalha com a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) com foco especial em energias renováveis e eficiência energética”.*

Neste contexto, o Consultor foi contratado pela GIZ para apoiar determinadas atividades da EPE dentro da área da cooperação, entre elas a elaboração do documento *“Empreendimentos Fotovoltaicos. Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica”* (doravante referido como “Instruções UFV”).

As Instruções UFV têm o objetivo de permitir a participação de empreendimentos fotovoltaicos nos leilões energia nova para o mercado regulado, detalhando os procedimentos, a documentação e os requisitos que os projetos devem cumprir para poderem ser tecnicamente habilitados pela EPE.

Ainda que a previsão inicial, no momento da contratação do Consultor, limitava-se à elaboração das Instruções para empreendimentos fotovoltaicos (UFV), finalmente também foram elaboradas Instruções para empreendimentos heliotérmicos (HLT), visando permitir igualmente a participação desta fonte nos leilões de energia nova, em destaque o leilão A-3 de 2013.

O trabalho do Consultor focou especialmente no âmbito da certificação de dados solarimétricos e da certificação de produção anual de energia, que constituem parte significativa dos requisitos para habilitação técnica dos projetos fotovoltaicos e heliotérmicos.

## 2. Objetivo

O objetivo deste relatório é apresentar os dois novos manuais de instrução da EPE intitulados *“Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica”*, um para Empreendimentos Fotovoltaicos (UFV) e outro para Empreendimentos Heliotérmicos (HLT), explicar como foi desenvolvida a participação do Consultor na sua elaboração e quais foram as principais contribuições realizadas para apoiar as atividades da EPE nessa área.

### 3. Procedimento de elaboração das Instruções

Conforme descrito na Portaria MME nº 226/2013, o leilão para contratação de energia nova A-3 2013 – LEN A-3/2013 permitirá a participação de empreendimentos fotovoltaicos e heliotérmicos. Este será o primeiro leilão no qual estas fontes poderão participar.

A energia solar é uma fonte renovável intermitente que não é armazenável na sua forma original<sup>1</sup>, semelhantemente à fonte eólica. Devido a esta similaridade, tomaram-se como referência as instruções existentes para empreendimentos eólicos (EOL), o que apresentou aspectos positivos e negativos. Por um lado, ele permitiu uma elaboração relativamente rápida das Instruções para UFV e HLT, sendo que uma parte significativa do conhecimento, dos procedimentos básicos e até do material escrito já existente para EOL pôde ser aproveitado. Por outro lado, o fato de não começar de zero facilitou que alguns procedimentos e requisitos de EOL fossem herdados pelos outros empreendimentos sem, possivelmente, estrita necessidade. Provavelmente o exemplo mais claro deste fenômeno foi o requisito para UFV de disponibilizar dados solarimétricos de uma estação solarimétrica próxima ao local do empreendimento<sup>2</sup>.

Assim, ressalta-se a importância de atualizar as Instruções com periodicidade, usando a experiência adquirida com os primeiros empreendimentos para verificar, com o tempo, se as exigências atualmente estabelecidas são adequadas.

---

<sup>1</sup> Esta afirmação é estritamente certa para a tecnologia fotovoltaica, que converte a radiação solar diretamente em eletricidade. No caso das tecnologias heliotérmicas, elas convertem primeiramente a componente direta da radiação solar em energia térmica, a qual pode ser armazenada nessa forma antes de ser finalmente convertida em eletricidade.

<sup>2</sup> Ainda que esta prática não seja comum em outros países, onde dados por satélite são normalmente aceitos para financiar e habilitar os projetos, este requisito foi justificado pela diferente natureza do processo de contratação de energia no mercado regulado no Brasil, no qual, a diferença do esquema *feed-in-tariff*, o governo exige uma alta confiabilidade sobre a produção de energia futura de cada fonte, para fins de planejamento. Além disto, também foi argumentado que os dados de satélite disponíveis atualmente no Brasil apresentam incertezas maiores do que, por exemplo, na Europa, pelo fato de ter uma rede de estações solarimétricas com densidade muito menor, a qual é necessária para validar os modelos dos satélites. Ressalta-se que este requisito será efetivo nos leilões a partir de 2016.

## 4. Criação de conhecimento técnico interno

### a. Reuniões técnicas

Além das discussões técnicas internas da equipe de trabalho da EPE, o Consultor participou de diversas reuniões com entidades externas que ajudaram a equipe na criação do conhecimento e dos critérios técnicos necessários para a elaboração das Instruções.

Cabe ressaltar os seguintes eventos:

- 20/02/2013: **Teleconferência na EPE com o Dr. Fernando Martins**, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O principal tópico da reunião foi o Atlas Brasileiro de Energia Solar (projeto SWERA) e a sua nova atualização, esperada para o 2013. Uma das principais novidades anunciadas foi o aumento da resolução espacial, que passará de 10x10km até 5x3km, além de melhoras nos modelos de cálculo usados. Também foi discutida a validade do Atlas para fins de planejamento e certificação de produção energética de usinas fotovoltaicas. Nessa reunião, o Dr. Martins ressaltou a utilidade do Atlas para facilitar a identificação das melhores regiões para implantação de empreendimentos fotovoltaicos. Porém, também expôs que enquanto a incerteza dos valores diários é aceitável, precisa-se de campanhas de medição in-situ para reduzir a incerteza dos valores horários, que são um requisito comum para o processo de certificação de produção energética. A reunião também serviu, entre outros tópicos, para obter informação sobre os equipamentos mais comuns em estações solarimétricas e uma orientação nos seus preços.
- 25/02/2013: **Reunião na EPE com representante da empresa Solyes**, empresa brasileira especializada no planejamento e execução de projetos fotovoltaicos. Após breve apresentação das atividades da Solyes no Brasil, foram discutidos diversos tópicos, entre eles as diferenças entre sistemas fotovoltaicos fixos e sistemas com seguimento por eixo, considerando o aumento de custo por um lado e o ganho energético por outro, os benefícios das medições solarimétricas para conseguir financiamento e a distância máxima entre uma usina fotovoltaica e a linha de alta tensão. Também foram discutidos aspectos de conexão desses empreendimentos à rede existente, assim como custos de investimento e de operação e manutenção.
- 14/03/2013: **Reunião na EPE com representantes da empresa Gestamp**. Primeiramente, foi realizada uma apresentação dos diferentes setores da Gestamp, e, dentro do setor da Gestamp Solar, um resumo dos projetos fotovoltaicos mais relevantes desenvolvidos pela companhia até o momento. De especial interesse foram os últimos projetos desenvolvidos no Peru, sendo duas usinas fotovoltaicas de 20MW com seguidor de um eixo, e os planos da empresa de expandir os seus projetos no Brasil. Foram discutidos diversos tópicos técnicos, como: a degradação esperada dos módulos em longo

prazo<sup>3</sup> e o impacto sobre a certificação de produção energética; custos de instalação e de operação e manutenção de usinas fotovoltaicas de sistemas fixos e de sistemas com seguimento; e os equipamentos mais comuns de uma estação solarimétrica.

- 24/04/2013: **Reunião na EPE com o Prof. Stefan Krauter da Universidade de Paderborn**, e o Dipl. Ing. Georg Hille, que também é consultor da GIZ. O principal objetivo da reunião foi discutir a proposta da EPE de exigir um ano de medições solarimétricas aos empreendimentos fotovoltaicos que participarem dos leilões. Foi exposto que este requisito não existe na Europa, onde o mercado da energia fotovoltaica é regulado pelo modelo *feed-in tariff*, sendo esta uma grande diferença em respeito ao mercado brasileiro. Entretanto, foi relativizado o custo de uma estação solarimétrica em comparação ao custo de uma usina fotovoltaica de vários MWp, e foi detectado que o maior obstáculo das medições é o tempo necessário para realizá-las<sup>4</sup>. Também foi discutida a configuração mais adequada dos equipamentos de uma estação solarimétrica. Nesse sentido, foi informada a possibilidade de usar, para fins de medição da componente solar global e previsão de produção energética, um módulo fotovoltaico da mesma tecnologia da posterior usina; entretanto, essa opção foi deixada como opcional e adicional para o empreendedor, pois apresentaria uma difícil regulamentação e impediria uma padronização dos dados solarimétricos das diferentes estações.
- 02/05/2013. **Reunião na EPE com uma representante da empresa AWS Truepower**, consultoria e certificadora especializada nas energias eólica e solar. Foram discutidos vários tópicos técnicos sobre usinas fotovoltaicas, medição e softwares de modelagem, certificação de dados solarimétricos e de produção energética. Cabe ressaltar que, durante esta reunião, a equipe da EPE mostrou interesse em conhecer com mais profundidade os processos de certificação, e abriu as portas a realizar um projeto de acompanhamento de certificação de dados solarimétricos e certificação de produção energética.

## **b. Avaliação de produtos e notas técnicas relevantes**

Como parte da campanha de criação de conhecimento interno da EPE nas áreas de dados solarimétricos e comparação entre fontes de dados, estações solarimétricas, certificação de dados e certificação de produção anual de energia de usinas fotovoltaicas, a GIZ contratou o Prof. Chigueru Tiba, cientista especializado na tecnologia fotovoltaica. O objetivo dessa contratação foi propor os requisitos técnicos mínimos que devem ser atendidos por projetos fotovoltaicos participantes de leilões de energia elétrica promovidos no ambiente de contratação regulada.

Como resultado desta contratação, foram elaborados cinco produtos (relatórios), que são descritos abaixo. O Consultor realizou uma análise detalhada dos cinco produtos do Prof. Tiba, sugerindo diversas correções e melhoras:

- Produto 1: Especificações das informações solarimétricas para aplicações FV financiáveis.
- Produto 2: Inventário das estações solarimétricas de referência no Brasil.

<sup>3</sup> Os representantes da Gestamp informaram uma degradação estimada, sobre a potência nominal dos módulos de silício cristalino, de aproximadamente 2% o primeiro ano, e de 0,7% por ano a partir do segundo ano.

<sup>4</sup> O Dipl. Ing. Georg Hille informou a construção de uma usina fotovoltaica de 2MW em seis semanas.



- Produto 3: Definição de procedimentos para certificação independente de estações solarimétricas e dados de medição.
- Produto 4: Procedimento e metodologia para certificação independente de estimativa de produção de energia de projetos de centrais fotovoltaicas.
- Produto 5: Desenvolvimento de uma metodologia para definição do porte mínimo de uma usina fotovoltaica.

Assim mesmo, foi realizada a avaliação de uma Memória Técnica interna da equipe de trabalho da EPE, que continha um resumo das conclusões de diversas fontes na área de estudo citada, e recomendações relevantes para a elaboração das Instruções.

### c. Avaliação das estações da rede SONDA

Para fins de aprofundar no conhecimento dos processos de certificação de dados solarimétricos e certificação de produção energética de usinas fotovoltaicas, a equipe da EPE se propôs contratar uma empresa certificadora para fazer um acompanhamento desses processos, usando dados solarimétricos reais de um local nacional e criando um projeto hipotético numa área próxima. O primeiro passo desse trabalho, anterior à contratação da entidade certificadora, consiste na avaliação das estações solarimétricas nacionais com dados públicos disponíveis e na seleção da mais adequada. Neste contexto, o Consultor realizou uma avaliação e pré-seleção das estações solarimétricas da rede pública SONDA, que constituem um projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A própria rede SONDA fornece arquivos que contêm dados brutos sobre os resultados dos algoritmos de validação, baseados na estratégia de controle de qualidade de dados adotada pela Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Esses arquivos foram usados para determinar se uma estação apresentava dados com validade durante períodos contínuos suficientemente longos. Após a avaliação, três estações foram pré-selecionadas, sendo necessário um estudo mais aprofundado do seu histórico de dados e uma análise dos terrenos disponíveis na sua proximidade para a seleção definitiva da estação e do local onde será baseado o projeto teórico da usina fotovoltaica. Conforme as tabelas **Tabela 1** e **Tabela 2**, as **estações pré-selecionadas foram: Brasília (BRB), Petrolina (PTR) e São Martim da Serra (SMS)**. As três constam de equipamentos de medição das componentes Global Horizontal, Difusa Horizontal e Direta Normal da radiação solar, sendo que os dados de BRB apresentam bons resultados de validade da componente global horizontal, mas moderada validade das outras componentes, e os dados de PTR e SMS apresentam validade aceitável nas três componentes e um histórico razoável. Ainda que só a componente de radiação global seja imprescindível para fazer a previsão de produção energética de uma usina fotovoltaica, a medição das outras duas componentes pode ser usada para comprovar a validade da primeira, sendo que entre as três configuram uma redundância. Além disto, os dados de radiação difusa e direta permitem reduzir a incerteza dos modelos de transposição da radiação global no plano horizontal para radiação global no plano dos módulos fotovoltaicos.

Tabela 1 – Resumo da validação dos dados das estações solarimétricas da rede SONDA, após análise dos resultados dos algoritmos de validação, baseados na estratégia de controle de qualidade de dados adotada pela Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Resumos das Estações Próprias.

	Estação (SIGLA)	UF	ID	Latitude	Longitude	Alt.(m)	Componentes	Períodos com continuidade	Validação e comentários
Estações Solarimétricas Próprias SONDA	<b>Brasília (BRB)</b>	DF	10	15° 36' 03" S	47° 42' 47" O	1023	Global, Direta, Difusa.	07/2005-12/2007, 03/2008-12/2011 e 04/2012-03/2013	<b>Bons dados da Global.</b> Moderada validade da Direta e Difusa.
	Caicó (CAI)	RN	20	06° 28' 01" S	37° 05' 05" O	176	Global, Direta.	01/2003-12/2004	Bons dados da Direta. Pouca validade da Global.
	Campo Grande (CGR)	MS	12	20° 26' 18" S	54° 32' 18" O	677	Global, Difusa.	01/2007-12/2009, 03/2010-11/2010 e 02/2011-09/2012	Boa Global. Moderada qualidade da Difusa.
	Cuiabá (CBA)	MT	21	15° 33' 19" S	56° 04' 12" O	185	Global, Difusa.	02/2006-08/2006, 10/2007-10/2009, e 01/2010-12/2012	Boa Global (exceto no último período). Pouca qualidade da Difusa.
	Ourinhos (ORN)	SP	28	22° 56' 55" S	49° 53' 39" O	446	Global, Difusa.	02/2006-03/2007, 05/2007-05/2008 e 01/2009-12-2010	Pouca validade dos dados solarimétricos.
	Palmas (PMA)	TO	19	10° 10' 40" S	48° 21' 43" O	216	Global, Difusa.	09/2007-10/2008, 01/2008-03/2013	Dados aproveitáveis da Global entre 01/2010 e 11/2011. Pouca validade no resto.
	<b>Petrolina (PTR)</b>	PE	11	09° 04' 08" S	40° 19' 11" O	387	Global, Direta, Difusa.	12/2006-11/2007, 10/2008-01/2012, e 03/2012-02/2013	<b>Boa validade nas tres componentes</b> , com algumas perdas.
	Rolim de Moura (RLM)	RO	27	11° 34' 54" S	61° 46' 25" O	252	Global.	Sem continuidade.	Dados não usáveis.
	São Luiz (SLZ)	MA	16	02° 35' 36" S	44° 12' 44" O	40	Global, Difusa.	01/2009-11/2010	Boa Global. Boa difusa até 07/2010.
	<b>São Martinho da Serra (SMS)</b>	RS	8	29° 26' 34" S	53° 49' 23" O	489	Global, Direta, Difusa.	01/2005-02/2006 (pouca validade). 04/2006-02/2013.	<b>Boa validade nas tres componentes</b> , com algumas perdas eventuais e incerteza na validação de iluminância. Sem medição de temperatura alguns anos. Histórico relevante.

Tabela 2 – Resumo da validação dos dados das estações solarimétricas da rede SONDA, após análise dos resultados dos algoritmos de validação, baseados na estratégia de controle de qualidade de dados adotada pela Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Resumos das Estações Parceiras.

	Estação (SIGLA)	UF	ID	Latitude	Longitude	Alt.(m)	Componentes	Períodos com continuidade	Validação e comentários
Estações Solarimétricas Parceiras	Chapecó (CHP)	SC	6	27° 04' 48" S	52° 36' 52" O	700	Global, Difusa.	01/2009-12/2009.	Pouca validade na global. Dados inválidos da difusa.
	Florianópolis (FLN)	SC	1	27° 36' 06" S	48° 31' 04" O	31	Global, Direta, Difusa.	08/2004-04/2005 (não aproveitável), 01/2011-10/2012	Possível aproveitamento da global. Evidências de que a validação das componentes direta e difusa não foram realizadas corretamente.
	Joinville (JOI)	SC	4	26° 15' 09" S	48° 51' 28" O	48	Global, Difusa.	01/2009-05/2010, 08/2010-02/2013	Possível aproveitamento da global no segundo período. Pouca validade da difusa e da iluminância.
	Natal (NAT)	RN	17	05° 50' 12" S	35° 12' 23" O	58	Global, Difusa.	07/2007-04/2008, 01/2009-12/2012	Possível aproveitamento duma parte dos dados. Porém precisariam de validação por modelos de satélite, pois tem uma incerteza muito grande na 3a etapa de validação da radiação global.
	Sombrio (SBR)	SC	5	29° 05' 44" S	49° 48' 48" O	15	Global, Difusa.	04/2009-12/2010, 02/2012-02/2013	Pouca validade dos dados.

#### **d. Consultas Públicas ANEEL**

No início de maio de 2013, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) abriu duas Consultas Públicas, a 007/2013 e a 008/2013, com as seguintes descrições:

**Nº: 007/2013:**

*Descrição: Obter subsídios para estabelecer condições e procedimentos para emissão de outorgas de autorização para implantação e exploração de Centrais Geradoras Fotovoltaicas, bem como para registro daquelas já implantadas com capacidade instalada reduzida.*

**Nº: 008/2013**

*Descrição: Obter subsídios para estabelecer condições e procedimentos a serem observados para instalação, operação e manutenção de estações de medição anemométricas, solarimétricas e climatológicas pelas empresas detentoras de outorgas de geração de energia a partir de fonte eólica e solar fotovoltaica.*

O Consultor colaborou com a equipe da EPE na elaboração de contribuições às duas consultas.

#### **e. Outras atividades**

Outras atividades de apoio à EPE que foram desenvolvidas pelo Consultor na área da elaboração das “*Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica*” para empreendimentos fotovoltaicos e que cabe ressaltar, foram:

- Elaboração de um orçamento de estação solarimétrica (em Anexo): Foi realizado um orçamento de referência de uma estação solarimétrica usando informações publicadas dos produtos de NRG Systems, Inc., e considerando três cenários diferentes: sem transmissão remota de dados; com transmissão de dados por telefonia celular e com transmissão de dados por satélite. Os preços oscilaram entre 8.000 e 11.000 USD, considerando, entre outros equipamentos, o uso de dois piranômetros termelétricos “second-class” para medição de radiação global horizontal.
- Apresentação Energia Solar Fotovoltaica: O Consultor participou na elaboração de uma mostra de slides para apresentar à diretoria da EPE o trabalho de criação de conhecimento interno desenvolvido pela equipe até o momento, focando nos seguintes temas: modelos e medições, certificação de produção de energia, garantia física e custos.

## 5. Conclusões

As “Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica”, para empreendimentos fotovoltaicos (UFV) e para empreendimentos heliotérmicos (HLT), são ferramentas de guia para os empreendedores, que devem ser usadas no processo de cadastramento dos projetos para os leilões de energia nova. Elas apresentam os requisitos técnicos que os projetos devem cumprir para serem habilitados, e foram publicadas no site da EPE em 15/07/2013.

Dentro do âmbito de cooperação entre a GIZ e a EPE, o Consultor da GIZ apoiou diversas atividades da EPE, que deram como resultado final a elaboração das Instruções. A maioria dessas atividades esteve focada na criação de conhecimento interno prévio à redação das Instruções, e as mais relevantes se encontram descritas neste documento.

Cabe ressaltar a importância dessas instruções para o desenvolvimento e implantação, a meio e longo prazo, das tecnologias fotovoltaica e heliotérmica de grande porte, para produção de energia elétrica no Brasil. A primeira consequência deste trabalho foi o início do cadastramento de empreendimentos solares no leilão de energia nova A-3 2013, o qual prevê a participação dessas tecnologias junto com outras fontes mais tradicionais.

Destaca-se, também, a necessidade de continuar acrescentando conhecimento interno sobre essas fontes, especialmente nas áreas de certificação de dados solarimétricos e certificação de produção anual de energia, e atualizar as Instruções com periodicidade, com vistas a melhorar os requisitos a serem exigidos.